

IMAGE DATA CONVERTER AND ITS INVERSE CONVERTER

Patent Number: JP8256321
Publication date: 1996-10-01
Inventor(s): FUJII HIROSHI; TANIGUCHI NOBURO; YAMANAKA YASUSHI; SAKURAI NORIHIKO
Applicant(s): NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
Requested Patent: ☐ JP8256321
Application Number: JP19950175677 19950712
Priority Number(s):
IPC Classification: H04N7/167; G06T9/00; H03M7/30; H03M7/40; H04N7/01; H04N7/24
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To convert data with less calculation amount while reserving the characteristics of an original image when image data are delivered on a network, to make it hard that an original image can be decoded without information for inverse conversion and to easily decode an original image through the use of the information for inverse conversion.

CONSTITUTION: This converter is provide with a means 12 extracting part in a bit string of image data subjected to digital coding, and means 13, 14 replacing original data with new data meeting the coding rule without refering to other data than the extracted part and without rewriting the other data than the extracted part. Thus, the image data are directly converted while preserving a data form with respect to a bit string and a feature of the original image. Furthermore, the converted part is extracted and decoded based on information for inverse conversion.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-256321

(43)公開日 平成8年(1996)10月1日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 7/167			H 0 4 N 7/167	Z
G 0 6 T 9/00		9382-5K	H 0 3 M 7/30	A
H 0 3 M 7/30		9382-5K	7/40	
7/40			H 0 4 N 7/01	Z
H 0 4 N 7/01			G 0 6 F 15/66	3 3 0 A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-175677

(22)出願日 平成7年(1995)7月12日

(31)優先権主張番号 特願平7-4653

(32)優先日 平7(1995)1月17日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 藤井 寛

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 谷口 展郎

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 山中 康史

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 小笠原 吉義 (外1名)

最終頁に続く

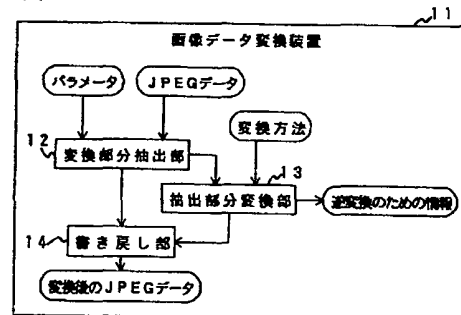
(54)【発明の名称】 画像データ変換装置およびその逆変換装置

(57)【要約】

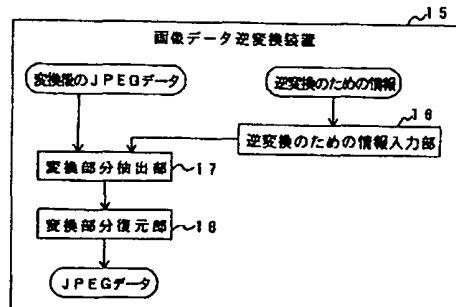
【課題】例えば画像データをネットワーク上で流通させるような場合に、元の画像の特徴を保存したまま少ない計算量でデータ変換を行い、また逆変換のための情報なしには容易に元の画像が復元できないようにし、かつ逆変換のための情報を用いることで容易に元の画像を復元可能とする装置を提供する。

【解決手段】デジタル符号化された画像データのビット列中の一部分を抽出する手段12と、この抽出部分について、この抽出部分以外を参照せず、かつ抽出部分以外を書き変えずに、符号化の規則を満たす元のデータとは別の新たな値に置換する手段13,14を設ける。これにより、画像データのビット列に対する直接的な変換を、データ形式および元の画像の特徴を保存した状態で行う。また、逆変換のための情報から変換部分を抽出し復元を行う。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 あらかじめ定められたデータ形式をもつデジタル画像データを変換する画像データ変換装置であって、変換対象となるデジタル画像データのビット列中の指定された位置にある部分を抽出する変換部分抽出手段と、格納されたデジタル画像データとは独立に定義された変換方式により、指定された位置に格納されるビット列に対するデジタル画像データ形式が保存されるための制約条件を満足する範囲で、抽出されたビット列のみに直接変換を加える抽出部分変換手段と、変換後のビット列を変換対象のデジタル画像データに書き戻す手段とを備えたことを特徴とする画像データ変換装置。

【請求項2】 前記変換部分抽出手段と前記抽出部分変換手段においてパラメータを変化させることにより、変換結果の画像と元の画像との差を制御する手段を有することを特徴とする請求項1記載の画像データ変換装置。

【請求項3】 あらかじめ定められたデータ形式をもつデジタル画像データの一部分を抽出して変換した画像データを逆変換する画像データ逆変換装置であって、デジタル画像データの変換において変換の対象となったビット列の位置と変換されたビット列を復元するための情報を入力する手段と、変換によって生成された画像データから元の画像を復元するために、変換時に記録されたビット位置情報を用いて、変換されたビット列を抽出する変換部分抽出手段と、変換時に記録されたビット列を復元するための情報を用いて、変換部分を変換前のビット列と置き換える変換部分復元手段とを備えたことを特徴とする画像データ逆変換装置。

【請求項4】 {0, 1}をアルファベットとする符号Aの符号語aと、{0, 1}をアルファベットとする符号Bの符号語bとの組(a, b)によって表される符号を用いて表されるデジタル画像データ形式のデータであり、かつ、前記符号Bは、該符号Bの任意の符号語に対してその長さをNとしたとき、0, 1からなる長さNの任意の系列が符号Bの符号語であるような符号である場合のデジタル画像データ形式のデータを変換する画像データ変換装置であって、前記符号Bの部分の指定された位置にある一部または全部を抽出する固定長変換部分抽出手段と、格納されたデジタル画像データとは独立に定義された変換方式により、抽出された位置に格納されたビット系列を、その長さを保存して変換する抽出部分変換手段と、変換後のビット系列を変換対象のデジタル画像データに書き戻す手段とを備えたことを特徴とする画像データ変換装置。

【請求項5】 前記固定長変換部分抽出手段と前記抽出部分変換手段において、パラメータを変化させることにより、変換結果の画像と元の画像の差を制御する手段を有することを特徴とする請求項4記載の画像データ変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静止画像または動画のデジタル画像データを変換／逆変換する画像データ変換装置およびその逆変換装置に関するものである。

【0002】例えば、ネットワークを介して画像情報（動画画像を含む）の取引を行うような場合、購入者は購入することのできる画像の検索、一覧のための見本あるいはデモとしての画像データを、対価の支払い前に入手できることが取引上望ましい。これは購入対象であるオリジナルの画像を何らかの形で変形したものであり、商品検索のためにオリジナルの画像の概略が理解できるものである必要がある。なお、デジタル化された画像情報は画質の劣化なしに、コピーできることから、提供者側では、画像情報取引において、支払いの保証が得られるまでオリジナルの画像データを何らかの形で保護しなければならない。

【0003】また、データ量が膨大となる映像情報においてオリジナル画像を入手するための手間を少なくすることが重要である。さらに、オリジナルのコピーが容易に作られることを防ぐため、変形された画像データを計算機の処理装置内部でオリジナルに復元することが望ましい。表示の度にオリジナルの画像を高速に生成するためには、画像データの復元の計算量は少なくなければならない。

【0004】このようなデジタル画像データの取引および流通の円滑化を考えた場合には、画像データの新しい変換技術が必要とされる。

【0005】

【従来の技術】従来のデジタル画像データ変換装置として、（1）画像データを内容とは無関係にビット系列とみなして、ビット系列変換関数によって変換するもの、（2）一旦画像データを復号して画素ごとのデータを生成し、これに対して元の画像の特徴をある程度保存した形で変換を施して、変換後の画像を再び符号化することでデータ変換を行うもの、（3）画素毎のデータを符号化途中で値を変換させる手法のもの、がある。

【0006】上記（1）の代表的な例がデータの暗号化であり、例えば「暗号とデータセキュリティ」（培風館、昭和63年6月）にその解説が行われている。この種の暗号化手段は、変換の前後で画像データのフォーマットが保存されないという欠点がある。すなわち、画像データとしての意味が保たれなくなるという短所がある。

【0007】上記（2）の代表的な例としては、Adobe Systems IncorporatedのAdobe Premiere等のユーティリティがあり、これは広く使われている方法である（参考：Adobe Premiere Users Guide, 1991）。この種のものは、画像の画素の値を計算するための計算量が大きいという欠点、また逆変換が困難であるという欠点がある。

【0008】上記(3)の代表的な例としては、特開平7-79426号公報(スクランブル方式)に開示されているものがある。この種のものは、すでに符号化されたデータを直接変換、逆変換することに多くの計算量が必要となるという欠点がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

(a) 一般に画像データを任意の方法で変換した場合、変換後のデータが元の画像の特徴(例えば大きさ、映像の概略形状や画面内の配置、色の概要、動画として再生した場合の表示的な運動)を保存していることは保証できない。

【0010】そのみならず、

(b) 特定の形式で符号化されたデータを変換した場合、変換後のデータが符号化の規則に合致しているとは限らない。

【0011】よって、従来技術の(1)では変換後の画像データは、実際に表示可能な画像データとして用いることができない。また、従来技術の(2)の場合、以下の問題が存在する。

【0012】(c) 一旦、データを復号して画素ごとのデータを生成し、この画像に変換を加え再び符号化するには、多くの計算量が必要となる。

(d) 変換後のデータから元のデータを復元する場合にも同様に多くの計算量が必要となる。

【0013】(e) 画像に対して行われた変換が複雑な場合、復元は不可能である。従来技術の(3)の場合、既に符号化されたデータの変換、逆変換に多くの計算量が必要となるという問題がある。

【0014】本発明の目的は、これらの問題点の解決を図り、元の画像の特徴を保存したまま少ない計算量でデータ変換を行い、また逆変換のための情報なしには容易に元の画像が復元されないというセキュリティ的な特徴を備えつつ、逆変換のための情報を用いることで容易に元の画像が復元可能な装置を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、デジタル符号化された画像データのビット列中の一部分を抽出し、この部分について、この抽出部分以外を参照せず、かつ、抽出部分以外を書き変えずに、元のデータとは別の、符号化の規則を満たす新たな値に置換する手段を持つことを最も主要な特徴とする。

【0016】抽出部分の変換において、指定された位置に格納されるビット列に対する制約条件とは、例えばデジタル画像データがJPEG符号化データである場合には、変換後もJPEGのデータ形式になっていること、MPEG符号化データである場合には、変換後もMPEGのデータ形式になっていることである。

【0017】抽出部分の変換では、変換対象としているデジタル画像データ形式に応じて、元の抽出ビット列の

長さを保存した変換と、元の抽出ビット列の長さを保存しない変換がある。詳しくは後述するが、例えばMPEGで符号化された画像データの場合には、抽出ビット列の長さを保存して、抽出部分と長さの等しい別のビット系列に変換することができる。一方、例えばJPEGで符号化された画像データのような場合には、長さの等しい任意のビット列に置き換えることが可能であるとは限らず、変換において特定のビット列と置き換えた場合には、あるビット系列(8ビット)を挿入しなければならないことがあるので、単純なビットの置き換えでは必ずしも変換できないこともある。

【0018】本発明は、画像データに対して、データ形式、元の画像の特徴を保存したまま画像データのビット列に対して直接変換を行い、また、復元を行う点が従来技術と異なる。

【0019】本発明の作用は、以下のとおりである。デジタル符号化された画像データのビット列の部分pに対して、データ形式の制約を満たしたまま置換することのできるビット列は、ある集合 D_p をとる。集合 D_p の要素であるすべてのビット列dは、元のデータの部分pの値と置換しても画像データとして正しい形式を保つ。

【0020】元の画像データのpの値 $d_{original} \in D_p$ と置き換える新たな値 $d_{new} \in D_p$ との差によって画像が変化する。 d_{new} の値を適当に選べば、元の画像の特徴を保存した画像が得られる。また、画像データの部分 p_1, p_2, \dots, p_n の値 $d_{original,1}, d_{original,2}, \dots, d_{original,n}$ を新たな値に変換するために、 $d_{new,1} = f(d_{original,1}), d_{new,2} = f(d_{original,2}), \dots, d_{new,n} = f(d_{original,n})$ という変換fを用いると、この変換は各 p_i のみに依存し、結果は p_i の値のみ書き変えるので、他の部分に独立であり副作用は及ぼさない。また、変換fに逆変換 f^{-1} が存在するものを選べば、逆変換 f^{-1} によってオリジナル画像が復元できる。なお、ビット系列の変換fは、逆変換 f^{-1} を持つものなら何でもよいが、オリジナル画像の不当な復元を容易に行うことができないようにするときには、暗号化関数が望ましい。

【0021】例えば、符号Bは、 $\{0, 1\}$ をアルファベットとし、符号Bの任意の符号語に対してその長さをNとしたとき、長さNの任意の系列もまた符号Bの符号語であるような符号であるとする。そして、 $\{0, 1\}$ をアルファベットとする符号Aの符号語aと符号Bの符号語bとの組(a, b)によって表される符号を用いて表されるデジタル画像データ形式のデータを変換するものとする。このデジタル画像データ形式のデータのうち、符号Bにあたる部分pに対して、データ形式の制約を満たしたまま置換することのできるビット系列の集合は、pの長さをNとして、0, 1からなる長さNのすべての系列集合 D_p である。 D_p の要素であるすべてのビット系列dは、元のデータの部分pの値と置換しても画

像データとして正しい形式を保つ。このようなデジタル画像データ形式のデータ変換の場合、元の画像のデータ長を保存したまま、画像データのビット系列に対して直接変換を行っているので、デジタル動画像への適用にも有効となる。

【0022】本発明による画像データの変換は、画素ごとのデータを生成せず、データ形式の制約を満たしたまま行うため、変換された部分の位置の計算と変換関数の計算だけで変換が可能であり、高速に処理ができる。また、変換されるビット系列の選び方によって変換結果の画像とオリジナル画像との差を制御できる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明をJPEGの符号化データに適用した場合とMPEGの符号化データに適用した場合の実施の形態を説明する。

【0024】＜第1の実施の形態（JPEGデータへの適用例）＞図1は、本発明の第1の実施の形態を説明するための画像データ変換装置および画像データ逆変換装置の構成図である。

【0025】図1(a)に示す画像データ変換装置11において、変換部分抽出部12は、JPEG（デジタル画像圧縮符号化の方法でISO/IEC 10918-1による方法）で符号化された画像データを構文解析し、データ変換の対象となる部分を抽出する。すなわち、JPEGデータを量子化されたDCT係数の属するカテゴリを表すハフマン符号語とそれに続く付加ビット（additional bit）に分解し、付加ビットにおける変換部分を抽出する。この変換部分抽出部12は、入力として変換対象となるJPEGデータと変換部分抽出のためのパラメータをとる。

【0026】抽出部分変換部13は、変換部分抽出部12の出力を与えられた変換方法に基づいて変換する手段である。また、抽出部分変換部13は同時に画像データの復元に必要な情報（逆変換のための情報）も記録する。書き戻し部14は、抽出部分変換部13の出力をJPEGデータ内に書き戻し、新たなJPEGデータを生成する。この変換後のJPEGデータは、オリジナルの画像の特徴をある程度保存したものであり、例えばオリジナル画像の見本として用いることができる。

【0027】一方、図1(b)に示す画像データ逆変換装置15によって、オリジナル画像を復元することもできる。画像データ逆変換装置15は、画像データ変換装置11の出力である変換後のJPEGデータの他に、逆変換のための情報入力部16により、逆変換のための情報、すなわちデジタル画像データの変換において変換の対象となったビット列の位置と変換されたビット列を復元するための情報を入力する。変換部分抽出部17は、変換後のJPEGデータから、変換時に記録されたビット位置情報を用いて、変換されたビット列を抽出し、変換部分復元部18は、変換時に記録されたビット列を復

元するための情報を用いて、変換部分を変換前のビット列と置き換える。

【0028】変換部分抽出部12および抽出部分変換部13の実現方法はそれぞれ複数存在する。以下に各々の実現方法について説明する。

〔変換部分抽出部12の実現例〕

〔抽出例1-1〕

(a) JPEGで符号化された画像データのDCT係数のエントロピー符号化部分（すなわち圧縮された画像データ(Compressed Image Data)の部分)のAC係数部分の各ハフマン符号語に続く付加ビットの下位nビットを、変換部分pとして抽出する。付加ビットはビット数の等しい任意のビット列に置き換えてもJPEGデータとしての形式を満たすため、抽出部分の変換はビット数を保存する任意の方法をとることができる。ただし、変換部分の属するバイトが変換前に全ビットとも1の場合、その次に全ビットが0の1バイトが挿入されているため、変換によってそのバイト中に値が0のビットが出現したときには、次のバイトを削除しなければならない。逆に、変換前に変換部分の属するバイトに値が0のビットがあり、変換によってバイト中の全ビットが1になると、その直後に全ビットが0の1バイトを挿入しなければならない。

【0029】(b) 上記(a)の抽出部分を変換する際に、全ビットが1のバイトの出現または消滅によって1バイトを挿入、削除する必要が生じるのを防ぐために、バイト中の8ビットに順序を付け、(a)で選択された変換部分であり、かつ、バイト中の決められた順序において、最初に0であったビットより後の順番のビットのみを変換部分pとして抽出する。このとき、ビット数を保存する任意の変換によって、全ビットが1のバイトの数は変化しないので、データ長を変化させずにJPEGデータの形式を満足したままデータ変換が行なえる。順序付けの方法としては、バイトの最上位ビットから下位に向かって順序を決めるといった方法がある。AC係数の大きな値はハフマン符号語によって規定されているので、任意の関数によって変換されたデータは元の画像の特徴を保持している。nが変換部分抽出のためのパラメータとなる。よって、画像データの復元のために、nを変換対象のビット列の位置を表わすパラメータとして記録する。

【0030】〔抽出例1-2〕JPEGデータのDCT係数を表わすマトリクスを一列に並べたZZ(0), ZZ(1), ..., ZZ(63)のうち、0でないものにハフマン符号語と付加ビットの組が対応している。この付加ビットのうち置換の対象となるものをZZのインデクスの値によって決定する。つまり、ある整数kがあり、整数jがkより大きいときのみ、ZZ(j)に対応する下位の付加ビットn個を変換部分として抽出する。kが大きいほど画像のより高周波成分に対応する部分のみを

変換することになるため、人間の目にとっては小さなインデクス i の $ZZ(i)$ を置き換える場合より元の画像に近い画像が生成される。 k と n が変換部分抽出のためのパラメータとなる。よって、画像データの復元のために k と n を変換対象のビット列の位置を表わすパラメータとして記録する。

【0031】この例においても〔抽出例1-1〕と同様に、抽出部分の変換はビット数を保存する任意の方法をとることができる。

〔抽出例1-3〕JPEGデータは、図2に示すとおり画像を方形のブロックにマトリクス状に分割して各々を別々に符号化する。ここで付加ビット置換の対象となるブロックを選択し、選択されたブロック内のみ、上記〔抽出例1-1〕または〔抽出例1-2〕の抽出対象とする。これによって画像の一部分のみを変化させ、任意の模様を元の画像に重ね合わせることができる。

【0032】図3はブロック選択の例である。斜線部分が選択されたブロックで、この部分の画像のみが元の画像から変化する。選択されたブロック位置および〔抽出例1-1〕、〔抽出例1-2〕の k と n を変換対象のビット列の位置を表わすパラメータとして記録する。

【0033】〔抽出部分変換部13の実現例〕上記の〔変換部分抽出部12の実現例〕では、抽出する部分はすべてハフマン符号の付加ビットである。よって、変換方法はビット数を保存する任意の関数が許される。ここでは、そのような変換方法の具体例を挙げる。

【0034】〔変換例1-1〕図4は、この〔変換例1-1〕による抽出部分変換部13のデータ変換とその復元の模式図である。

【0035】ここでは、変換部分のビットをすべて0に置換する。すなわち、付加ビットの下位 n ビットをすべて0にする。ただし、付加ビットのビット数 m が n 以下のときは m ビットすべてを0にする。新たな符号によって表されるAC係数の値 ZZ は小さくなる。具体的には対応する付加ビットが $(n+1)$ ビット以上のとき、または ZZ の値が負のとき、0に置き換えられる n ビットが

$$B = 2 \text{ 進 } "b_1 b_2 \cdots b_n"$$

であるとする、

$$ZZ' = ZZ - B$$

である。また、このときの減少量の最大値は、 $(2^n - 1)$ である。

【0036】付加ビットのビット数 m が n 以下かつ ZZ が正のときは、

$$ZZ' = ZZ - (B + 2^n - 1)$$

である。このときの減少量の最大値は、 $(2^{n+1} - 2)$ である。

【0037】以上に示すとおり、この変換によってAC係数の値は変化するが、変化後の値はオリジナルの近傍にとどまる。よって、変換後の画像はオリジナルの画像

の特徴をある程度保存している。

【0038】〔変換例1-1の画像の復元〕画像データ逆変換装置15における画像の復元は、次のように行う。

0に置き換えられたビット

$$B = 2 \text{ 進 } "b_1 b_2 \cdots b_n"$$

と、変換対象のビット列の位置を表わすパラメータとを、画像データ復元のための情報として記録しておき、0に置換された部分に書き戻すことによって元の画像を復元する。画像データの変換、復元のための計算量は、JPEGデータの構文解析の計算量と同じで高速に処理できる。

【0039】0に置換するビット数と元の画像と変換後の画像の差の関係は、次のようになる。下位 n_1 ビットを0にしたときの ZZ の値を ZZ_{n_1} 、下位 n_2 ビットを0にしたときの ZZ の値を ZZ_{n_2} とすると、 $n_1 < n_2$ のとき、

$$ZZ - ZZ_{n_1} \leq ZZ - ZZ_{n_2}$$

となる。つまり、0に置換するビット数が大きいほど、オリジナルの画像データから遠くなる。もとの非零の ZZ からの値の変化量の最大値は、 $(2^n - 1)$ である。

【0040】よって、変換後の画像とオリジナルの画像との違いは0に置換する付加ビット数 n に依存して増大する。したがって、 n を変形度のパラメータとして用いて画像の変形度を制御できる。

【0041】〔変換例1-2〕図5は、この〔変換例1-2〕による抽出部分変換部13のデータ変換とその復元の模式図である。

【0042】ビット長を変えず、かつ逆関数を持つような関数 f を用意し、変換部分として抽出された付加ビット列

$$B_i = "b_{i,1} b_{i,2} \cdots b_{i,n}"$$

毎にビット数を変えない関数 f によって

$$B'_i = "b'_{i,1} b'_{i,2} \cdots b'_{i,n}" = f(B_i)$$

なる B'_i を求め、これを B_i と入れ替える。

【0043】この操作で $ZZ(i)$ は付加ビットの数を m_i として最大で $2^{m_i+1} - 2$ だけ変化する。よって m_i をパラメータとして用いて画像の変形度を制御できる。

〔変換例1-2の画像の復元〕画像データ逆変換装置15における画像の復元は、次のように行う。

【0044】関数 f の逆関数 f^{-1} を得て、

$$B_i = "b_{i,1} b_{i,2} \cdots b_{i,n}" = f^{-1}(B'_i)$$

として、 B'_i を B_i と置き換えることでオリジナルの画像を復元する。

【0045】関数 f または逆関数 f^{-1} と変換対象のビット列の位置を表わすパラメータを、画像データの復元のために記録しておく。関数 f を暗号化関数とすると、暗号解読鍵を与えることにより逆関数 f^{-1} を用いて画像データを復元することができる。

【0046】〔変換例1-3〕上記〔変換例1-2〕の

変形として、各ZZの付加ビットに関数 f を作用させるのではなく、すべての付加ビットをつなげたビット列 $B = B_1 B_2 \dots$ に対して関数 f を作用させる。変換結果 $B' = f(B)$ を分割して、 $B' = B'_1 B'_2 \dots$ とし、 B'_1, B'_2, \dots をオリジナルの付加ビットと入れ替える。

【0047】これは〔変換例1-2〕の方法に比べて、短い付加ビットも有効に変換できるという利点がある。

〔変換例1-3の画像の復元〕これに対する画像の復元は、次のように行う。

【0048】関数 f の逆関数 f^{-1} によって
 $B = f^{-1}(B')$

を求め、 B を分割して

$B = B_1 B_2 \dots$

とし、 B'_1, B'_2, \dots を B_1, B_2, \dots と置き換える。

【0049】関数 f または逆関数 f^{-1} と変換対象のビット列の位置を表わすパラメータを画像データ復元のために記録しておく。上記〔変換例1-2〕、〔変換例1-3〕において、関数 f を暗号化関数とすると、画像データを暗号化することができ、暗号解読鍵を与えることにより逆関数 f^{-1} を用いて画像データを復元することができる。

【0050】関数 f を、変換部分と同じ長さの0, 1からなる乱数系列との排他的論理和をとる変換とすると、同様にデータを暗号化することができる。画像データの復元は、変換に用いたものと同じ乱数系列との排他的論理和をとることで行なえる。復元のための鍵としては、乱数系列もしくは乱数系列を発生させるための鍵が用いられる。

【0051】〔システム構成の例〕図6は、本発明の第1の実施の形態を実現するシステム構成図である。図1に示す変換部分抽出部12は、図6のJPEG構文解析部21および変換部22の一部に対応し、図1に示す抽出部分変換部13は、変換部22の一部に対応し、図1に示す書き戻し部14は、変換部22およびJPEGデータ結合部24の一部に対応する。

【0052】JPEG構文解析部21は、入力されたJPEGデータを構文解析する。そのうち付加ビットは変換部22へ送られる。その他の部分は画素データ生成部23とJPEGデータ結合部24へ送られる。変換部22は、一時記憶221と変換制御部222から構成される。一時記憶221には、JPEG構文解析部21から送られてきた付加ビットを格納する。変換制御部222は、一時記憶221内の付加ビットの変換を制御する。

【0053】具体的には、変換制御部222は、前述した所定の変換部分抽出方法に基づいて、JPEG構文解析部21から送られてきた付加ビットのうち変換対象となる付加ビットを検出する。さらに検出された付加ビットを前述した抽出部分変換方法に基づいて変換する。変換結果のデータは、画素データ生成部23とJPEGデ

ータ結合部24へ送られる。変換対象となる付加ビットおよび変換方法は、変換制御情報として外部から与えられる。変換対象として検出されなかった付加ビットは、そのまま画素データ生成部23とJPEGデータ結合部24へ送られる。さらに変換部22からは復元情報（逆変換のための情報）が出力される。

【0054】JPEGデータ結合部24は、付加ビットと付加ビット以外のデータとを結合し、再びJPEGデータを生成する。これは見本画像のJPEGデータとして出力される。

【0055】画素データ生成部23は、変換部22およびJPEG構文解析部21より送られてきた、構文解析されたJPEGデータをもとに画素毎のデータを生成する。これはVRAM30等に出力され、ディスプレイ31への見本画像の表示等に用いられる。

【0056】画像データ逆変換装置15のシステム構成（図示省略）も、図6とほぼ同様である。画像データ逆変換装置15の場合、入力JPEGデータとしては図6に示す画像データ変換装置11の出力JPEGデータを入力する。また、変換制御情報として復元情報を入力する。変換部22に相当する部分では、付加ビットのうち変換されたビット列を抽出し、これを変換前のビット列と置き換えて、オリジナルの画像データの付加ビット部分を復元する。JPEGデータ結合部24に相当する部分で結合されたJPEGデータは、オリジナルの画像データと同じものとなる。

【0057】＜第2の実施の形態（MPEGデータへの適用例）＞図7は、本発明の第2の実施の形態を説明するための画像データ変換装置および画像データ逆変換装置の構成図である。

【0058】図7（a）に示す画像データ変換装置41において、固定長変換部分抽出部42は、MPEG（デジタル動画像圧縮符号化の方法でISO/IEC11172-2による方法）で符号化された動画像データを構文解析し、データ変換の対象となる部分を抽出する。すなわち、画像の量子化されたDCT係数または動きベクトルを符号化する部分について、それぞれ前述した符号Aと符号Bに当たるビット系列の組に分解し、符号Bに当たるビット系列のうち変換対象となる部分を抽出する。この固定長変換部分抽出部42は、入力として変換対象となるMPEGデータと変換対象として抽出する位置の情報をを用いる。

【0059】抽出部分変換部43は、固定長変換部分抽出部42の出力を、与えられた変換方法に基づいて変換する手段である。また、同時に画像データの復元に必要な情報（逆変換のための情報）も記録する。書き戻し部44は、抽出部分変換部43の出力をMPEGデータ内に書き戻し、新たなMPEGデータを生成する。この変換後のMPEGデータは、オリジナルの画像の特徴をある程度保存したものであり、例えばオリジナル画像の見

本として用いることができる。

【0060】一方、図7(b)に示す画像データ逆変換装置45によって、オリジナル画像を復元することもできる。画像データ逆変換装置45は、画像データ変換装置41の出力である変換後のMPEGデータの他に、逆変換のための情報入力部46により逆変換のための情報、すなわちデジタル画像データの変換において変換の対象となったビットの位置と、変換されたビットを復元するための情報を入力する。

【0061】固定長変換部分抽出部47は、変換後のMPEGデータから、変換時に記録されたビット位置情報を用いて変換されたビット系列を抽出し、変換部分復元部48は、変換時に記録されたビットを復元するための情報を用いて、変換部分を変換前のビットと置き換える。

【0062】固定長変換部分抽出部42および抽出部分変換部43の実現方法は、それぞれ複数存在する。以下に各々の実現方法について説明する。

〔固定長変換部分抽出部42の実現例〕

〔抽出例2-1〕MPEGデータでは、画像データ自身もしくは他のフレームの画像との差の量子化されたDCT係数を表すマトリクスの要素を一行に並べることで一次元化した系列が符号化されている。この一次元化した系列のうち値が0でないAC成分が、前述した符号Aに当たる可変長符号の符号語と、それに続く、前述した符号Bの符号語に当たる正負を表す1ビットの組で符号化されている。このうちの正負を表すビットが変換部分となる。任意の正負を表すビットは、0または1と置き換えてもMPEGデータとしての形式を満たすため、抽出部分の変換にはビット数を保存する任意の方法をとることができる。また、正負を表すビットはAC係数の正負のみを規定するので、任意の関数によって変換されたデータは、元の画像の特徴を保持している。

【0063】DCT係数を表すマトリクスを1次元化した系列のうち、後ろの方の値は、元の画像の高周波成分に対応する。人間の目は高周波成分に敏感でない。よって、正負を表すビットを変換したときに画像に及ぼす影響は、DCT係数を表すマトリクスを一次元化した系列の前にあるものほど大きい。したがって、AC係数の行列を一次元化したとき、n番目以降のものに対応する正負を表すビットを変換部分として抽出するとき、nが大きいほどオリジナルの画像と変換後の画像の差は小さくなる。よって、nが変換度合のパラメータとなる。

【0064】また、画像データの復元のために実際に変換対象となったビット系列の位置の情報を逆変換のために記録する。

〔抽出例2-2〕量子化されたDCT係数のDC係数は、その値自身もしくは隣のブロックのDC係数の値との差が、前述した符号Aに当たる可変長符号と、それに続く可変長符号語ごとに定まった長さNに対応する固定

長符号(長さN)によって符号化される。可変長符号によって大まかな値を表し、さらに後に続く固定長符号によって正確な値を指定する。この符号は前述した符号Bに当たり、決められた長さのすべてのビット系列が符号語として正しいため、固定長符号に対するビット数を保存する任意の変換に対して、MPEGデータとしての規則を満足する。また、大まかな値は可変長符号で表されているため、変換後のデータは元の画像の特徴を保存している。変換によって、DC係数の値が可変長符号で表されている範囲で変化した画像データを生成できる。

【0065】固定長符号語は上位ビットほど大きな重みをもつから、その各符号語の下位kビットを変換部分として抽出する。また、画像データの復元のために実際に変換対象となったビット系列の位置の情報を逆変換のために記録する。

【0066】ここで、kが画像の変形度を表すパラメータとなる。

〔抽出例2-3〕MPEGでは、画像の一部分を符号化する場合に、動画像中の他のフレームの画像の一部を予測値として用い、これと現在の値との差で符号化する。このうち、予測に用いられる画像との位置に関するずれは、水平方向、垂直方向それぞれ、前述した符号Aに当たる可変長符号と、フレームごとに長さの定まった固定長符号との組み合わせで表される。可変長符号によって位置のずれの大まかな値を表し、さらに後に続く固定長符号によってその正確な値を表す。固定長符号部分は前述した符号Bに当たり、決められた長さのすべてのビット系列が符号語として正しい。よって、固定長符号に対するビット数を保存する変換を行っても、MPEGデータとしての規則を満足する。また、ベクトルの大まかな値は可変長符号で表されており、画像は近くの画素は近い値をとるという性質があるため、元の画像の概略を保持した画像データを生成できる。

【0067】固定長符号語は上位ビットほど大きな重みをもつから、その各符号語の下位mビットを変換部分として抽出する。また、画像データの復元のために、実際に変換対象となったビット系列の位置の情報を逆変換のために記録する。

【0068】ここで、mが画像の変形度を表すパラメータとなる。

〔抽出例2-4〕MPEGデータは、図2に示すとおり画像を正方形のブロックにマトリクス状に分割して各々を別々に符号化する。ここでビットの変換の対象となるブロックを選択し、選択されたブロック内のみ上記〔抽出例2-1〕、〔抽出例2-2〕、〔抽出例2-3〕の抽出対象とする。これによって画像の一部分のみを変化させ、模様を元の画像に重ね合わせることができる。例えば、JPEGデータで説明した図3に示す例のように、ブロックを選択することができる。斜線部分が選択されたブロックで、この部分の画像のみが元の画像から変化

する。

【0069】選択されたブロック位置を変換対象のビット系列の位置を表すパラメータとして記録する。以上の〔抽出例2-1〕～〔抽出例2-4〕は、抽出方法として独立に任意の組み合わせで用いることが可能である。このとき、変換対象として抽出されたビット系列の位置の情報は、〔抽出例2-1〕～〔抽出例2-4〕での情報の組として記録する。

【0070】〔抽出部分変換部43の実現例〕上記の〔固定長変換部分抽出部42の実現例〕では、抽出する部分はすべてその部分の符号語の長さをNとして、長さNのすべての系列と置き換えたものも正しい画像データ形式を満たす。よって変換方法は、ビット数を保存する任意の関数が許される。ここではそのような変換方法の具体例を挙げる。

【0071】〔変換例2-1〕図8は、この〔変換例2-1〕による抽出部分変換部43におけるデータ変換と復元の模式図である。

【0072】ここでは、変換部分ビット系列をあらかじめ用意された長さの等しい別のビット系列と置換する。例えば、変換部分として抽出された部分を連結したビット系列 $S_{i..j}$ の長さをNとして、長さNの別のビット系列 $S_{i'..j'}$ を用意し、画像の $S_{i..j}$ に当たるビットを $S_{i'..j'}$ のビットと置換する。

【0073】〔変換例2-1の画像の復元〕画像データ逆変換装置45における画像の復元は、次のように行う。 $S_{i'..j'}$ に置き換えられたビット系列 $S_{i..j}$ と変換対象として抽出されたビットの位置を表すパラメータとを、画像データ復元のための情報として記録しておき、置換された部分を書き戻すことによって元の画像を復元する。

【0074】画像データの変換、復元のための計算量は、変換された位置の検出、つまり最悪でMPEGデータの構文解析の計算量と、データの書き換えのための計算量であり、高速に処理できる。

【0075】〔変換例2-2〕図9は、この〔変換例2-2〕による抽出部分変換部43におけるデータ変換と復元の模式図である。

【0076】変換部分として抽出された部分を連結したビット系列 $S_{i..j}$ の長さをNとして、 $S_{i..j}$ をビット系列の長さを変化させない、あるビット系列変換fによって、長さNのビット系列 $S_{i'..j'}$ に変換し、画像データの $S_{i..j}$ に当たるビットを $S_{i'..j'}$ のビットと置換する。

【0077】〔変換例2-2の画像の復元〕画像データ逆変換装置45における画像の復元は次のように行う。変換fの逆変換 f^{-1} が与えられると、これにより $S_{i'..j'}$ から $S_{i..j}$ を生成して、元の部分に $S_{i..j}$ のビットを書き戻すことでオリジナルの画像を復元する。

【0078】変換fまたは逆変換 f^{-1} と、変換対象のビット系列の位置を表すパラメータを画像データ復元のた

めに記録しておく。上記〔変換例2-2〕において、変換fを暗号化関数とすると画像データを暗号化することができ、暗号解読鍵を与えることにより逆変換 f^{-1} を用いて画像データを復元することができる。

【0079】画像データの変換、復元のための計算量は、変換された位置の検出、つまり最悪でMPEGデータの構文解析の計算量と、fによる変換およびデータの書き換えのための計算量であり、高速に処理できる。

【0080】〔システム構成の例〕図10は、本発明の第2の実施の形態を実現するシステム構成図である。図7に示す固定長変換部分抽出部42は、図10のMPEG構文解析部51および変換部52の一部に対応し、図7に示す抽出部分変換部43は、変換部52の一部に対応し、図7に示す書き戻し部44は、変換部52およびMPEGデータ結合部54の一部に対応する。

【0081】MPEG構文解析部51は、入力されたMPEGデータを構文解析する。そのうち、可変長符号の後に続く固定長符号のビットは変換部52へ送られる。その他の部分は画素データ生成部53とMPEGデータ結合部54へ送られる。変換部52は、一時記憶521と変換制御部522から構成される。一時記憶521には、MPEG構文解析部51から送られてきたビットを格納する。変換制御部522は、一時記憶521内のビットの変換を制御する。

【0082】具体的には、変換制御部522は、前述した所定の固定長変換部分抽出方法に基づいて、MPEG構文解析部51から送られてきたビットのうち変換対象となるものを検出する。さらに検出されたビットを前述した抽出部分変換方法に基づいて変換する。変換結果のデータは、画素データ生成部53とMPEGデータ結合部54へ送られる。変換対象となるビットの位置の情報および変換方法は、変換制御情報として外部から与えられる。変換対象として検出されなかったビットは、そのまま画素データ生成部53とMPEGデータ結合部54へ送られる。さらに変換部52からは復元情報（逆変換のための情報）が出力される。

【0083】MPEGデータ結合部54は、可変長符号の後に続く固定長符号のビットとそれ以外のデータを結合し、再びMPEGデータを生成する。これは見本画像のMPEGデータとして出力される。

【0084】画素データ生成部53は、変換部52およびMPEG構文解析部51より送られてきた、構文解析されたMPEGデータをもとに画素毎のデータを生成する。これはVRAM30等へ出力され、ディスプレイ31への見本画像の表示等に用いられる。画像データ逆変換装置45のシステム構成（図示省略）も、図10とほぼ同様である。画像データ逆変換装置45の場合、入力MPEGデータとしては図10に示す画像データ変換装置41の出力MPEGデータを入力する。また、変換制御情報として復元情報を入力する。変換部52に相当す

る部分では、変換されたビット列を抽出し、これを変換前のビット列と置き換えて、オリジナルの画像データのビットを復元する。MPEGデータ結合部54に相当する部分で結合されたMPEGデータは、オリジナルの画像データと同じものになる。

【0085】MPEGデータ結合に相当する部分からの出力を禁止すれば、オリジナル画像のMPEGデータが外部に出力されず、画素データ生成部53に相当する部分で生成された画素毎のデータを直接VRAM30等に出力し、ディスプレイ31へのオリジナル画像の表示のみが可能な状態にすることができ、オリジナル画像のコピーの生成を防止することができる。

【0086】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、デジタル画像データをデータ形式の制約を満たしたまま、データ中のビット列の一部をその部分のみ参照して変換を行い、その逆変換が可能であるため、少ない計算量で元の画像の特徴を保存したまま画像を変換し、また、少ない計算量で元の画像を復元することができる。

【0087】本発明によって、画像データの配布における、オリジナル画像の見本および復元のための情報の生成、データ受信側におけるオリジナル画像の復元を高速に行うことができる。

【0088】例えばJPEGデータの構文解析の計算量をA、JPEGデータから画素ごとのデータを生成するための計算量をB₁、画素ごとのデータをJPEG符号化するための計算量をB₂とすると、(B₁ + B₂ - A)の分だけ計算量が減少される。

【0089】同様に、例えば動画画像の圧縮符号化方式であるMPEG1、MPEG2に対して適用した場合、MPEGデータの構文解析の計算量をC、MPEGデータから画素ごとのデータを生成するための計算量をD₁、画素毎のデータをMPEG符号化するための計算量をD₂とすると、少なくとも(D₁ + D₂ - C)の分だけ計算量が減少される。

【0090】また、復元のための情報が関数の場合、このデータ量は非常に少なく、復元情報入手のための通信量を非常に小さくすることができる。さらに、ビット系列変換関数に暗号化のための関数を適用することによって、安全に画像データの配布を行うことができる。

【0091】復元情報がビット列またはビット系列として表される場合、画像データ復元のためのデータ量は画像のデータ量に比例して増加し、動画画像では非常に多く

なるが、これを暗号化して変換後の画像データに付加し、復元のために暗号解読鍵のみ記録することによって、画像復元の情報のデータ量を小さくすることが可能で、復元情報入手のための通信量を非常に小さくすることができ、安全に画像データの配布を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態(JPEGデータの変換)の装置構成図である。

【図2】画像分割の模式図である。

【図3】変換部分抽出(斜線部分が抽出される部分)の模式図である。

【図4】第1の実施の形態におけるデータ変換と復元の模式図である。

【図5】第1の実施の形態におけるデータ変換と復元の模式図である。

【図6】第1の実施の形態を実現するシステム構成図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態(MPEGデータの変換)の装置構成図である。

【図8】第2の実施の形態におけるデータ変換と復元の模式図である。

【図9】第2の実施の形態におけるデータ変換と復元の模式図である。

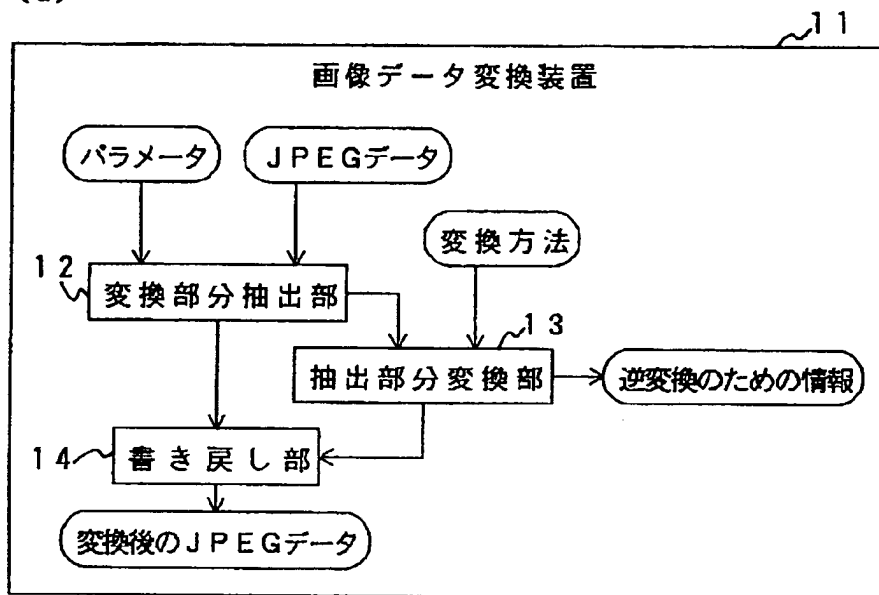
【図10】第2の実施の形態を実現するシステム構成図である。

【符号の説明】

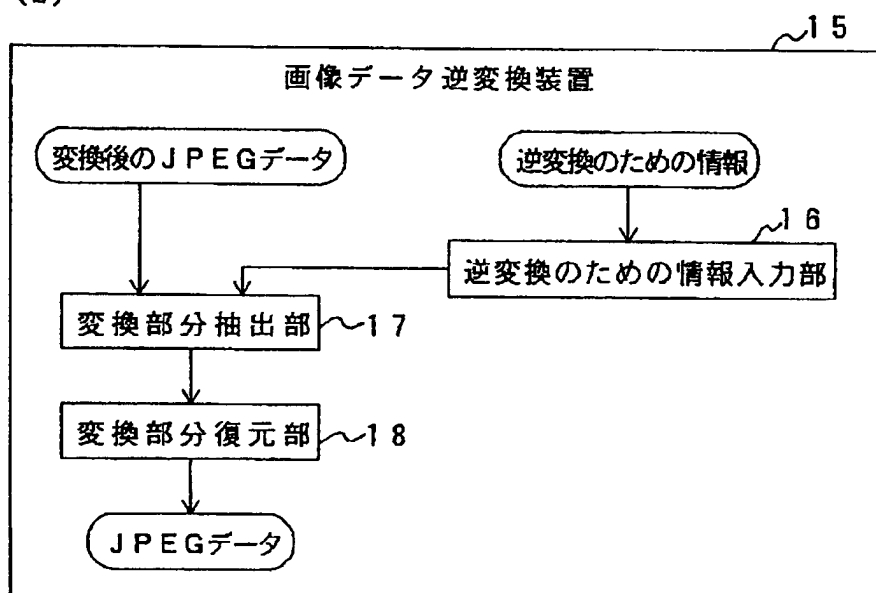
- 11 画像データ変換装置
- 12 変換部分抽出部
- 13 抽出部分変換部
- 14 書き戻し部
- 15 画像データ逆変換装置
- 16 逆変換のための情報入力部
- 17 変換部分抽出部
- 18 変換部分復元部
- 41 画像データ変換装置
- 42 固定長変換部分抽出部
- 43 抽出部分変換部
- 44 書き戻し部
- 45 画像データ逆変換装置
- 46 逆変換のための情報入力部
- 47 固定長変換部分抽出部
- 48 変換部分復元部

【図1】

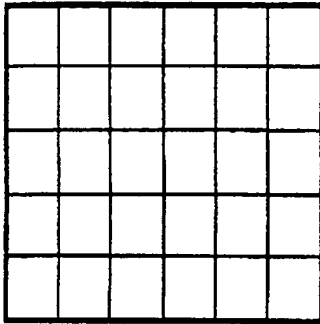
(a)



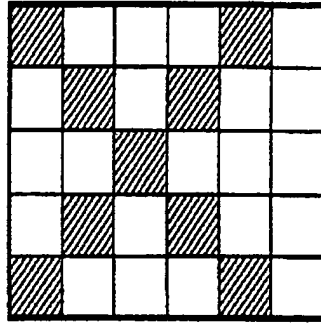
(b)



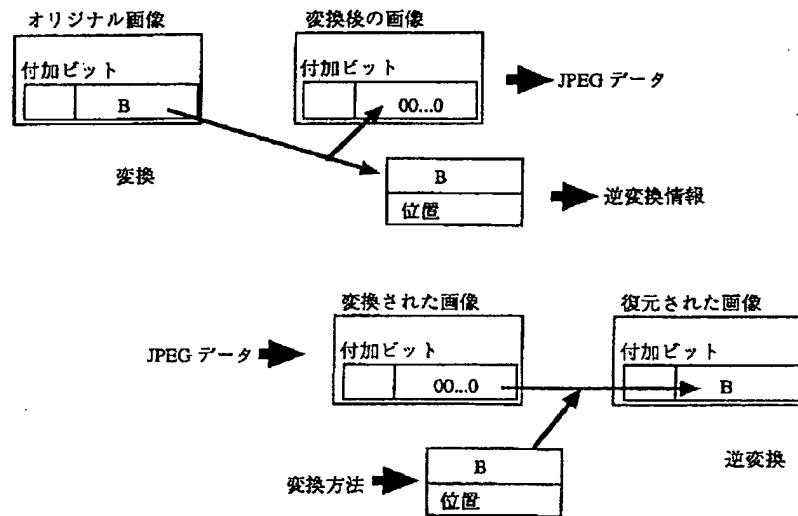
【図2】



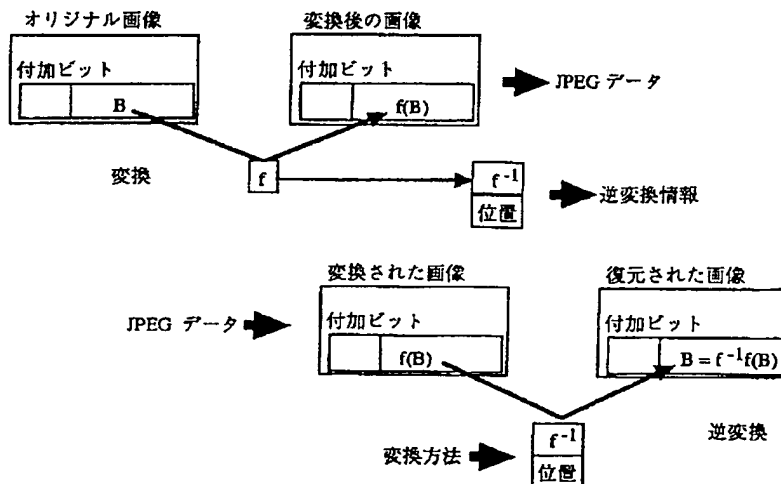
【図3】



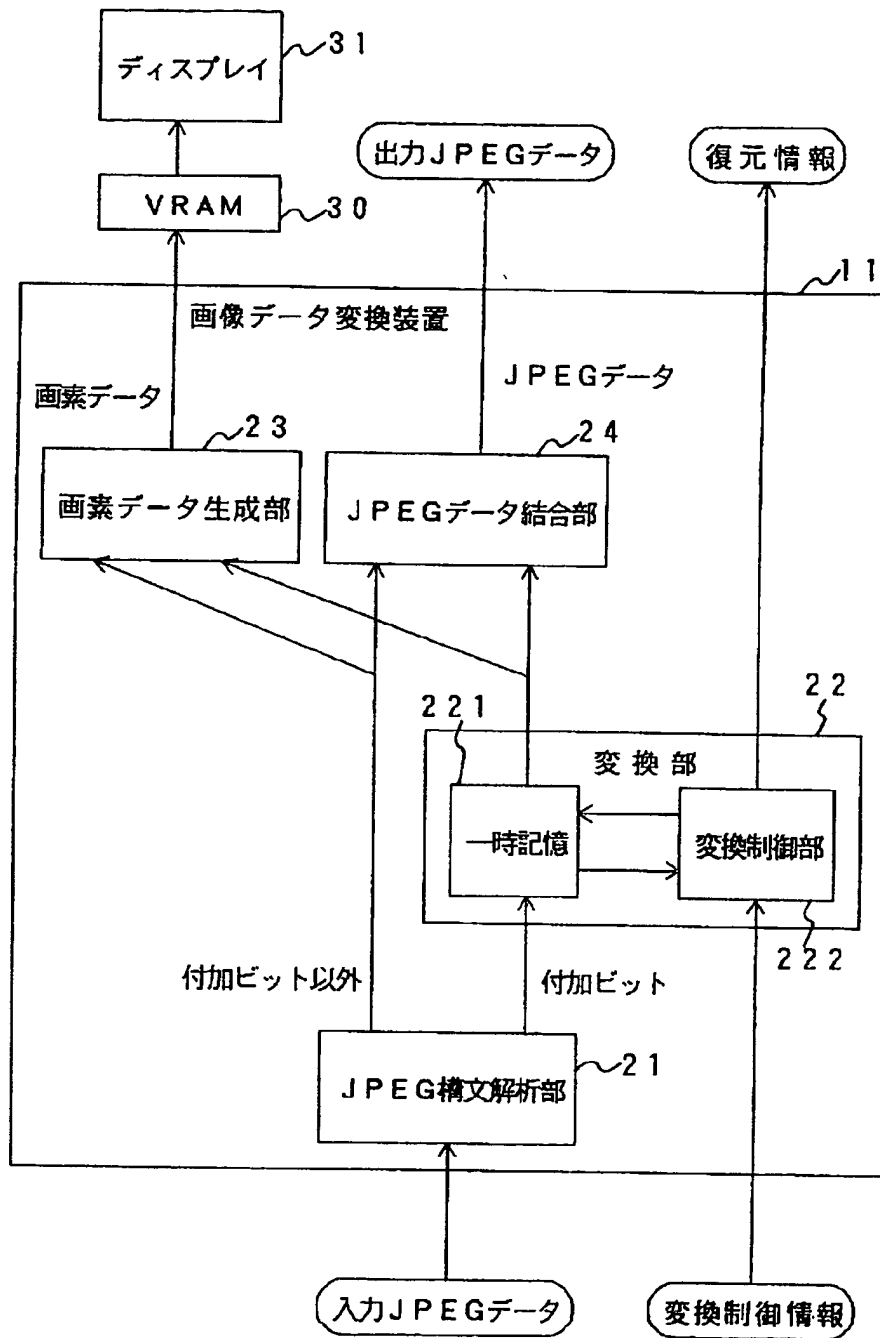
【図4】



【図5】

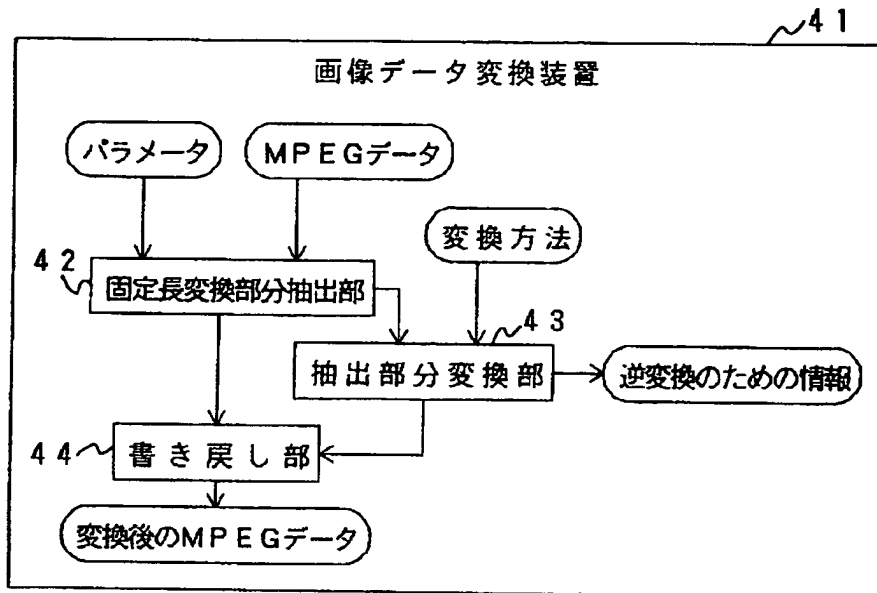


【図6】

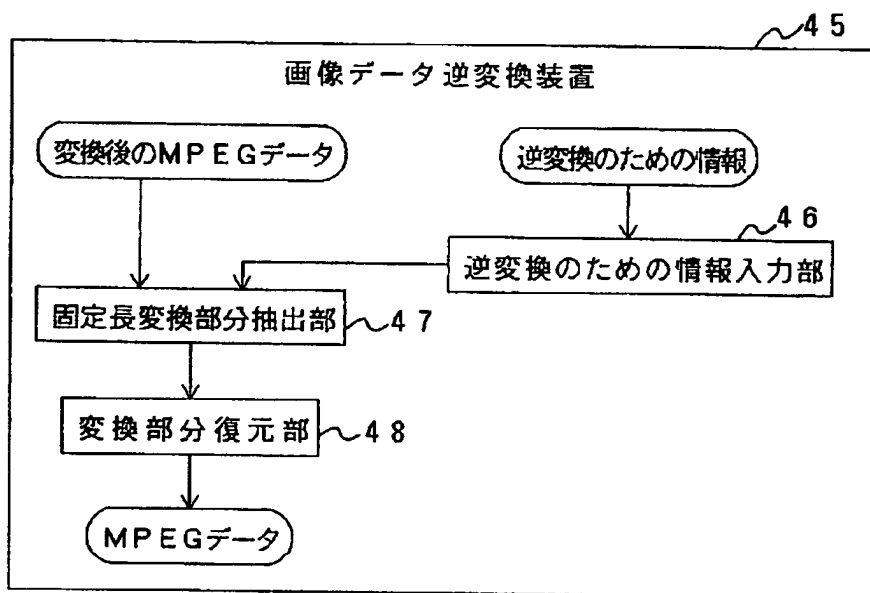


【図7】

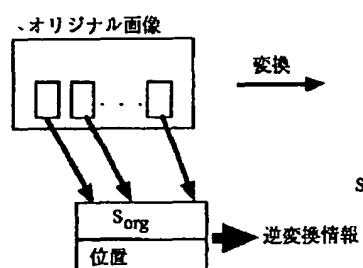
(a)



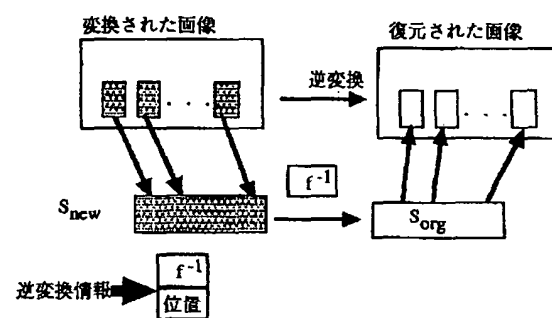
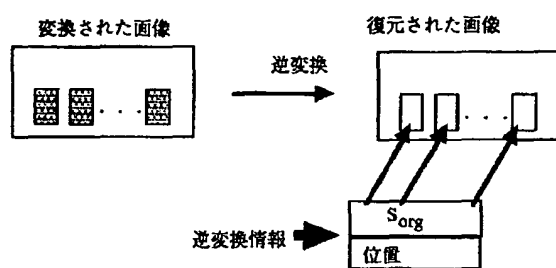
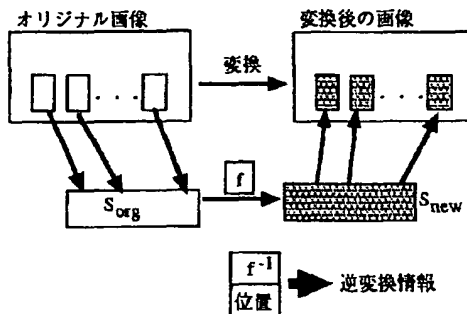
(b)



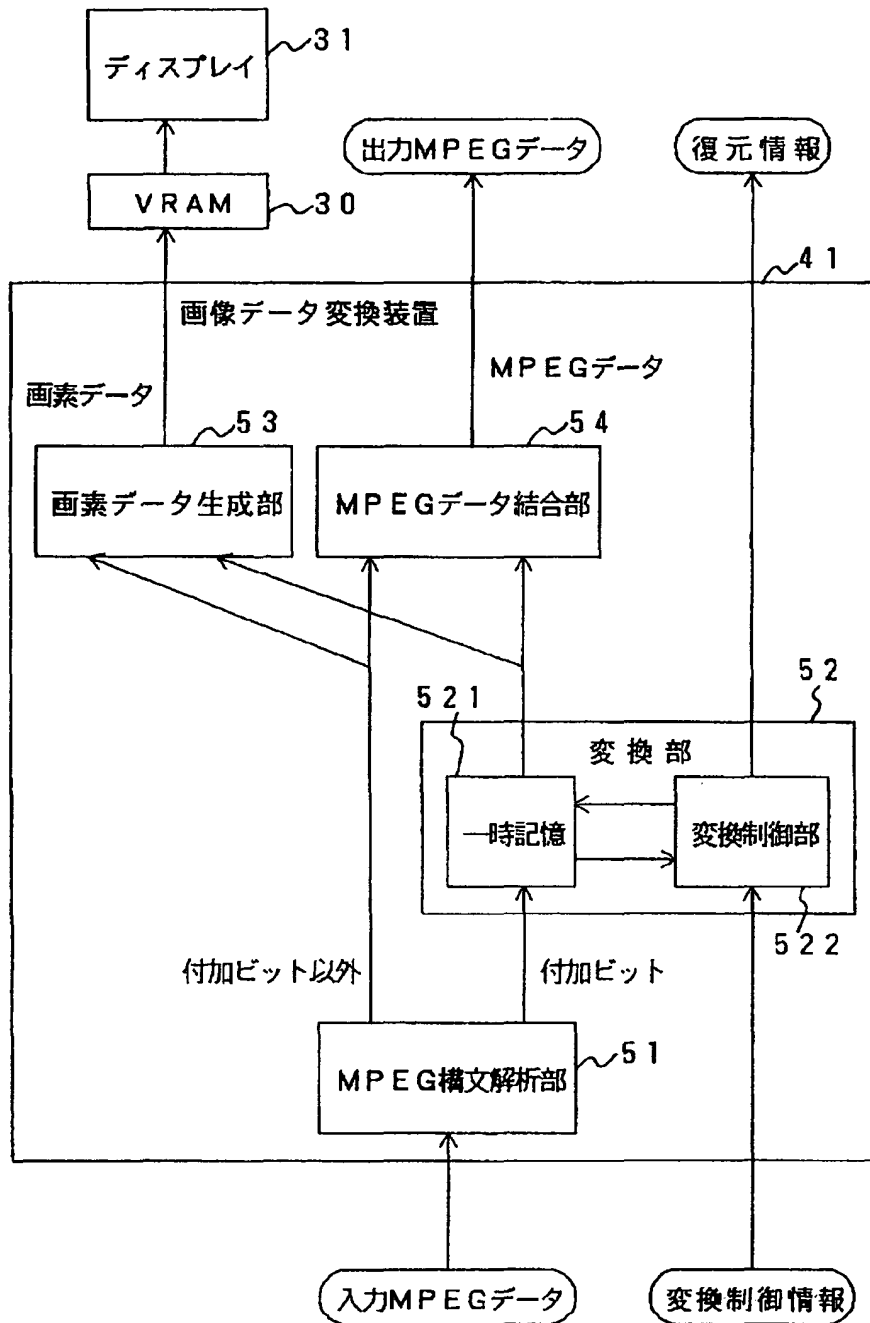
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
H04N 7/24

識別記号 庁内整理番号

FI
H04N 7/13

技術表示箇所

Z

(72)発明者 櫻井 紀彦
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内